

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 2 日
Date of Application:

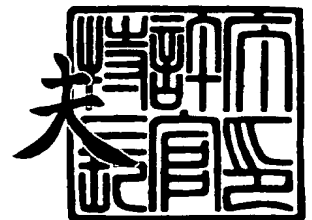
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 4 3 0 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 4 3 0 6]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 3 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 0 7 6 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J05053

【提出日】 平成15年 2月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明の名称】 半導体発光素子

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 太田 清久

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 中津 弘志

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 佐々木 和明

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 中村 淳一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100065248

【弁理士】

【氏名又は名称】 野河 信太郎

【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014203

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 導電型半導体基板上に、活性層、第 2 導電型クラッド層および電流拡散層がこの順に形成されてなるモノリシック構造の半導体発光素子であって、前記活性層が第 1 導電型を示すことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】 半導体基板が GaAs 基板であり、活性層が Al、Ga、As、In 及び／又は P を構成元素として含有する半導体層である請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 3】 活性層が、不純物として Si 又は Se を含有して第 1 導電型を示す請求項 1 又は 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 活性層が、不純物として Zn 又は Mg を含有して第 1 導電型を示す請求項 1 又は 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 活性層が、 $3 \sim 10 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ に含有される第 1 導電型の不純物濃度を示す請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 6】 活性層と第 2 導電型クラッド層との間に、さらにスペーサ層が形成されてなる請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 7】 スペーサ層が、ノンドープ又は第 2 導電型クラッド層と同じ導電型である請求項 6 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】 スペーサ層が、 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ の膜厚を有する請求項 6 又は 7 に記載の半導体発光素子。

【請求項 9】 スペーサ層が、第 2 導電型クラッド層と同じ構成元素によって同じ組成で形成されてなる請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 10】 活性層が GaAlInP により形成され、第 2 導電型クラッド層が GaAlInP により形成され、かつ前記活性層の Al 混晶比が第 2 導電型クラッド層の Al 混晶比よりも小さい請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 つに記載の半導体発光素子。

【請求項 11】 第 2 導電型クラッド層、スペーサ層の Al 混晶比がおおよそ

0. 7、活性層のAl混晶比がおよそ0.3である請求項1～10のいずれか1つに記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、半導体発光素子に関し、より詳細には、モノリシック構造の半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来のモノリシック構造の半導体発光素子（以下「モノリシックアレイ」と記す）は、例えば、図5（e）に示すように、n型GaAs基板30上に、n型GaAsバッファ層（図示せず）、n型AlInPクラッド層31、ノンドープ活性層32、p型AlInPクラッド層33、AlGaAs電流拡散層34がこの順に積層され、その上に、絶縁膜（図示せず）、p型電極（図示せず）が形成され、n型GaAs基板の裏面にN型電極（図示せず）が形成されて構成される（例えば、特許文献1）。このような構成により、ノンドープ活性層32とP型クラッド層33との界面で発光（図5（e）の35参照）する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述したモノリシックアレイでは、図5（a）に示すように、n型GaAs基板30上に、n型GaAsバッファ層（図示せず）、n型AlInPクラッド層31、ノンドープ活性層32を形成し、図5（b）に示すように、その上にp型クラッド層33を形成するために、p型クラッド層33を形成する際に、p型キャリアが、活性層32の内部まで拡散する（図5（b）の矢印参照）。これにより、ノンドープ活性層32のp型クラッド層33側の一部がP型化される（図5（b）～（e）の破線参照）。したがって、接合部が分離していない活性層においても電流が広がり、図5（d）に示すように、発光部Aが、設計に対して大幅に広がったり、意図しない部分が発光するなどの部外発光部Bが生じることがあった（図5（d）参照）。

【0004】

そのために、従来においては、部外発光部Bの発生を防止するために、図5（e）に示すように、p型化された活性層32の一部をエッチングして、発光部Aでのみ発光光35が得られるように、部外発光部Bの発光面をエッチング除去していた（例えば、特許文献1）。

しかし、このようなエッチングは、エッチング量の制御が困難であるという課題があった。

本発明は上記課題を鑑みなされたものであり、活性層が、その上層に起因して導電型がその上層と一致することなく、本来の導電型を維持して、活性層とその上層に形成される層との界面にのみpn接合を形成することにより、信頼性が高く、安価な半導体発光素子を得ることを目的とする。

【0005】

【特許文献1】 特開昭58-223380号

【0006】**【課題を解決するための手段】**

本発明によれば、第1導電型半導体基板上に、活性層、第2導電型クラッド層および電流拡散層がこの順に形成されてなるモノリシック構造の半導体発光素子であって、前記活性層が第1導電型を示す半導体発光素子が提供される。

このような構成により、第2導電型クラッド層からの第2導電型不純物が拡散された場合においても、活性層が第2導電型化せずに、第1導電型を維持することができるため、セグメント分離を確実に行って電流の広がりを抑制し、部外発光を起こさせず、所定の部分からのみ発光を起こさせることができる。

【0007】**【発明の実施の形態】**

本発明の半導体発光素子は、主として、第1導電型半導体基板上に、活性層、第2導電型クラッド層及び電流拡散層がこの順に形成されてなるモノリシック構造を有する。また、通常、半導体発光素子の上面、つまり電流拡散層の上及び下面、つまり、半導体基板の裏面には、電極が形成されている。電極は、通常、チタン、アルミニウム、金等の金属又は合金等によって形成することができ、形状

は、特に限定されるものではなく、発光部の大きさ、配置等により、適宜調整することができる。

【0008】

本発明においては、第1導電型とは、p型又はn型を示し、第2導電型は、第1導電型とは逆の導電型、つまりn型又はp型を意味する。

半導体基板としては、GaAs基板に限定されるものではない。なお、半導体基板の第1導電型の不純物濃度は、例えば、 $1\sim 5\times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 程度が適当である。

【0009】

活性層は、実質的に第1導電型を示す。このために第1導電型不純物を含有している。第1導電型不純物としては、n型の場合にはSi又はSe等が挙げられる。p型の場合には、Zn又はMg等が挙げられる。活性層の不純物濃度は、発光光度に大きく影響する。例えば、図4に示すように、25時間通電後において、活性層の不純物濃度が $1\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ 程度よりも高くなると、 $(1-\text{劣化率}(\%))/100$ で表される相対光度が70%程度以下となり、発光素子の通電に対する変動が大きくなる。一方、不純物濃度が 3×10^{16} 以下になると、後述するように、第2導電型からの不純物の拡散により第1導電型の不純物濃度が相殺されて低くなり、第1導電型を維持することが困難になる。

このようなことから、活性層の第1導電型を確保するためには、不純物濃度は、例えば、 $3\sim 30\times 10^{16}\text{ cm}^{-3}$ 程度、さらには $3\sim 10\times 10^{16}\text{ cm}^{-3}$ 程度が好ましい。

【0010】

活性層は、例えば、Al、Ga、In、Pを構成元素として含有する半導体層であることが適当である。具体的には、 $(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_z\text{In}_{1-z}\text{P}$ （例えば、 $x=0.3$ 、 $z=0.5$ 、なお、 $0.1\leq x\leq 0.9$ 、 $0.2\leq z\leq 0.8$ でもよい）が好ましい。活性層の膜厚は、例えば、 $0.4\sim 0.8\mu\text{ m}$ 程度が適当である。この場合のアルミニウムの組成比は、例えば、後述する第2導電型クラッド層の組成及びその比を考慮して、 $0.2\sim 0.5$ 程度、 0.3 程度が好ましい。

【0011】

第2導電型クラッド層は、例えば、Al、Ga、In、Pを構成元素として含有する半導体層であることが適当である。具体的には、 $(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_m\text{In}_{1-m}\text{P}$ （例えば、 $y=0.7$ 、 $m=0.5$ 、なお、 $0.1 \leq y \leq 0.9$ 、 $0.2 \leq m \leq 0.8$ でもよい）が好ましい。なお、活性層がGaInAlPにより形成され、第2導電型クラッド層もGaInAlPにより形成される場合には、第2導電型クラッド層のAl混晶比が、活性層のAl混晶比よりも大きいことが好ましい。具体的には、第2導電型クラッド層のAl混晶比は、0.5～0.9程度が挙げられ、0.7程度が好ましい。第2導電型クラッド層の不純物濃度は、例えば、 $1 \sim 4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度が適当である。膜厚は、例えば、0.7～1.0 μm 程度が適当である。

【0012】

電流拡散層は、発光素子、つまりPN接合に効率的に電流を拡散させるために利用される層であり、例えば、Al、Ga、As、In及びPを構成元素として含有する半導体層であることが適当である。具体的には、GaAlAs、GaAlInP等が挙げられる。なかでも、 $\text{Ga}_{1-n}\text{Al}_n\text{As}$ （ $n=0.7$ ）が好ましい。電流拡散層の不純物濃度は、例えば、 $0.5 \sim 2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度が適当である。膜厚は、例えば、2～4 μm 程度が適当である。

【0013】

本発明の発光素子においては、活性層と第2導電型クラッド層との間に、さらにスペーサ層が形成されていることが好ましい。このスペーサ層により、第2導電型クラッド層から活性層への不純物拡散を緩和させることができ、活性層を第1導電型に維持するのに効果的となる。スペーサ層は、半導体層により形成されていることが好ましく、例えば、活性層、第2導電型クラッド層、電流拡散層を構成する層と同様の材料が挙げられる。なかでも、スペーサ層は、第2導電型クラッド層と同じ構成元素によって同じ組成で形成されていることが好ましい。また、スペーサ層は、形成時においては、実質的にノンドープ層として形成される。膜厚は、例えば、0.1～0.2 μm 程度が適当である。

【0014】

また、本発明の発光素子においては、第1導電型半導体基板と活性層との間、第2導電型クラッド層と電流拡散層との間、電流拡散層の上等の所望の位置に、さらに、第1又は第2導電型あるいはノンコープのバッファ層、クラッド層、絶縁層等が所定の形状で形成されていてもよい。これらの層は、当該分野で公知の材料、膜厚、形状等で形成することができる。

以下に、本発明の半導体発光素子の実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

【0015】

実施の形態1

図1(a)に示すように、n型GaAs基板10上に、n型GaAsバッファ層（図示せず）、n型Al_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層11、n型(Ga_{0.7}Al_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P活性層12をこの順にMOCVD法により形成した。この際、活性層12には、Siが $8 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ で含有されるように不純物をドーピングした。また、n型GaAsバッファ層、n型Al_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層11、n型(Ga_{0.7}Al_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P活性層12の膜厚は、それぞれ0.1 μm 、0.75 μm 、0.6 μm とした。

【0016】

続いて、図1(b)に示すように、活性層12の上に、p型(Ga_{0.3}Al_{0.7})_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層13、p型GaAlAs電流拡散層14をこの順にMOCVD法により形成し、ウェハを完成した。p型(Ga_{0.3}Al_{0.7})_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層13、p型GaAlAs電流拡散層14の膜厚は、それぞれ0.85 μm 、3.0 μm とした。活性層12上に形成するp型のクラッド層13、P型の電流拡散層14には、ドーパントとしてZnが $2.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で含有されるように不純物をドーピングした。なお、p型のクラッド層を形成する際に、p型の不純物が活性層12内に拡散するが、予め活性層にはn型の不純物がドーピングされているため、活性層12はP型化されず、N型のままである。

【0017】

このようにして得られたウェハの上全面に、スパッタ法によりAu合金膜を形成し、フォトリソグラフィ工程により形成したレジストパターンをマスクとして

用いて、エッチングによりパターンニングし、所定形状の電極（図示せず）とした。

得られたウェハの上全面に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程により形成したレジストパターンをマスクとし、エッチャントとして硫酸系エッチング液とリン酸を用いて、図1（c）に示すように、p型の電流拡散層14、p型のクラッド層13をエッチングによりパターンニングした。この際、活性層12のA1混晶比が、p型のクラッド層13のA1混晶比よりも小さいため、このエッチャントにより、活性層12表面でエッチングがストップする。

【0018】

このようにして、図1（d）及び図2（a）、（b）に示すように、1チップ内において、p型クラッド層13下の活性層12との界面で、pn接合部である発光部Aを部分的に複数個形成し、モノリシックアレイ構造とした。なお、各発光部Aには、電極16がそれぞれ接続されており、基板10裏面には電極20が形成されている（図2参照）。これにより、図1（d）に示すように、p型クラッド層13下の活性層12との界面の発光部Aでのみ発光光15が生じ、部外発光は起こらない。このため、活性層12をさらにエッチングする必要がなく、容易に素子を形成することができる。

その後、ウェハをダイシング等によりチップに分割した。

【0019】

得られた半導体発光素子に通電したところ、pn接合Aが活性層12内の中央部付近に形成されないため、部外発光は生じない。また、セグメント分離を確実に行うことができ、電流の広がりを抑え、良好な発光状態が得られた。

なお、この実施の形態において、すべての層のp型とn型とを変更してもよい。その場合には、不純物は、Siに変えて、Zn又はMgを用いることができる。

【0020】

実施の形態2

この実施の形態では、図3に示すように、活性層とp型のクラッド層との間にスペーサ層17を配置させる以外は、実質的に実施の形態1と同様の半導体発光

素子である。

スペーサ層 17 は、実質的にノンドープの層として、p 型のクラッド層 13 と同様に、 $(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ により、膜厚 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 程度で形成される。

このようなスペーサ層 17 により、p 型のクラッド層 13 からの P 型の不純物の拡散が緩和し、活性層 12 の n 型をさらに効果的に維持することができる。

【0021】

【発明の効果】

本発明によれば、モノリシック構造の半導体発光素子において、活性層が第 1 導電型不純物を含有するため、活性層が形成された後に、その上層に起因する第 2 導電型の不純物が活性層に拡散しても、活性層の伝導型を第 1 導電型に維持することができ、部外発光を抑制することができる。しかも、このように、部外発光を抑制するために再度の活性層のエッチング加工等を回避することができ、結果的に高性能の半導体発光素子を簡便に、歩留まりよく形成することができるため、安価な半導体発光素子を提供することが可能になる。

【0022】

半導体基板が GaAs 基板であり、活性層が Al、Ga、In 及び P を構成元素として含有する半導体層である場合、さらに、活性層に含有される第 1 導電型不純物が Si 又は Se である場合には、第 1 導電型不純物（例えば、Si）が活性層における元素（例えば、Zn）と、活性層内で化合物を形成しないため、発光する領域間の電気的分離を確実に行うことができる。

また、活性層に含有される第 1 導電型不純物濃度が $3 \sim 10 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ である場合には、特に、活性層における不純物濃度を最適化して、発光素子形成後における活性層の第 1 導電型を確実にすることができ、信頼性を向上させることができる。

【0023】

活性層と第 2 導電型クラッド層との間に、さらにスペーサ層が形成されてなる場合には、第 2 導電型クラッド層から活性層への第 2 導電型不純物の拡散を緩和することができる。また、スペーサ層に第 2 導電型不純物が拡散して実質的に第

2 導電型となるため、スペーサ層が第 2 導電型クラッド層とともに、活性層との界面において P N 接合を形成させることが可能となる。

スペーサ層が、第 2 導電型クラッド層と同じ構成元素によって同じ組成で形成されてなる場合には、発光する領域を形成する際に、第 2 導電型クラッド層のエッチング時に同時にスペーサ層もエッチングすることができるため、より製造工程が簡略化され、ひいては、より安価な半導体発光素子を得ることができる。

活性層の A 1 混晶比が第 2 導電型クラッド層の A 1 混晶比よりも小さい場合には、第 2 導電型クラッド層、任意にスペーサ層を除去する際に、活性層の表面でエッチングがストップするため、発光する領域のエッチング及び終点の制御を容易に行うことができ、より、簡便で安価な半導体発光素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の半導体発光素子の製造方法の実施の形態を説明するための概略断面工程図である。

【図 2】

本発明の半導体発光素子の概略断面図及び平面図である。

【図 3】

本発明の半導体発光素子の製造方法の別の実施の形態を説明するための概略断面工程図である。

【図 4】

本発明の半導体発光素子における活性層の不純物濃度と光度残存率を示すグラフである。

【図 5】

従来の半導体発光素子の製造方法を示す概略断面工程図である。

【符号の説明】

- 10 基板
- 11 クラッド層
- 12 活性層
- 13 クラッド層

1 4 電流拡散層

1 5 発光光

1 6、2 0 電極

1 7 スペース層

2 0 電極

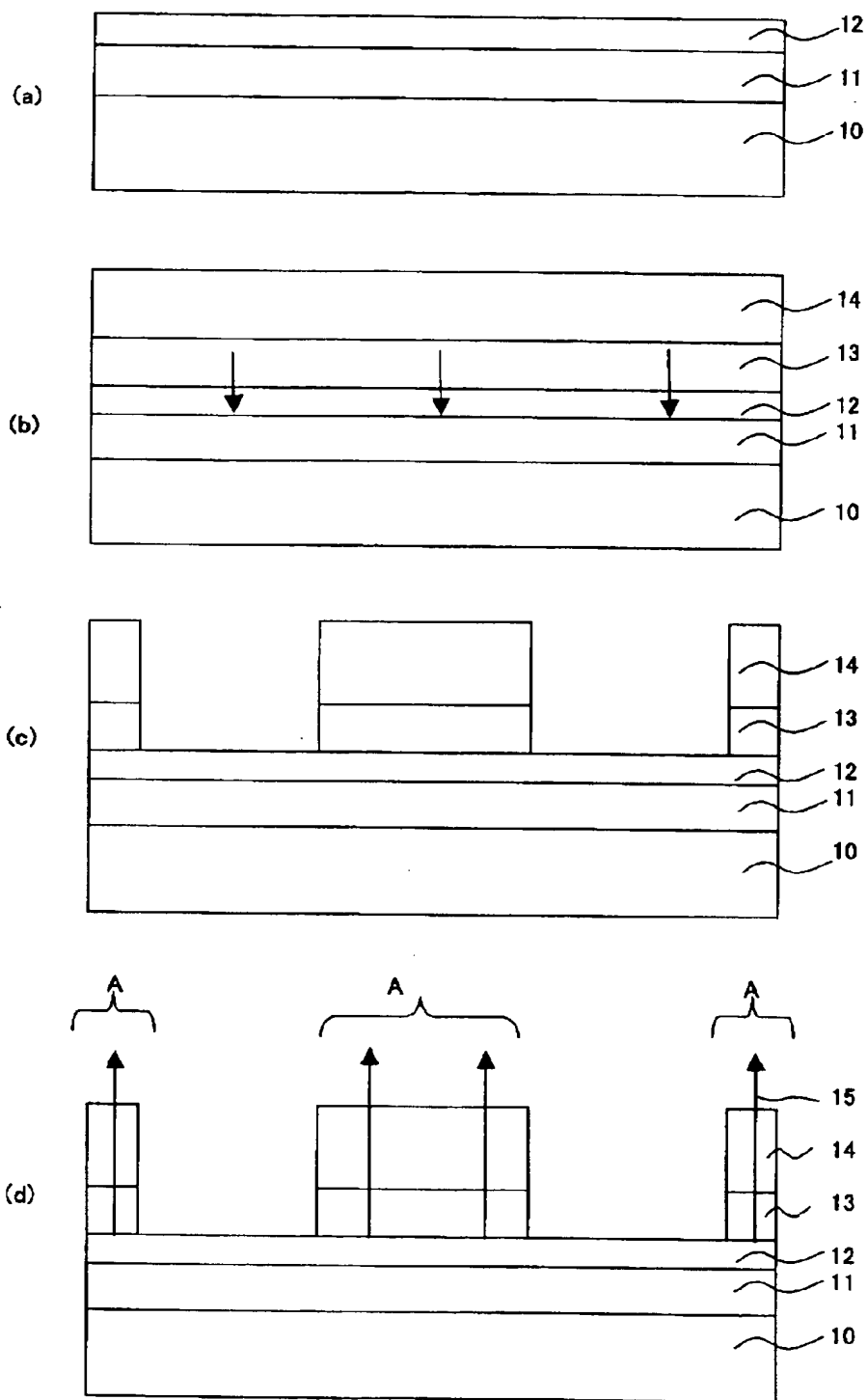
A 発光部

B 部外発光部

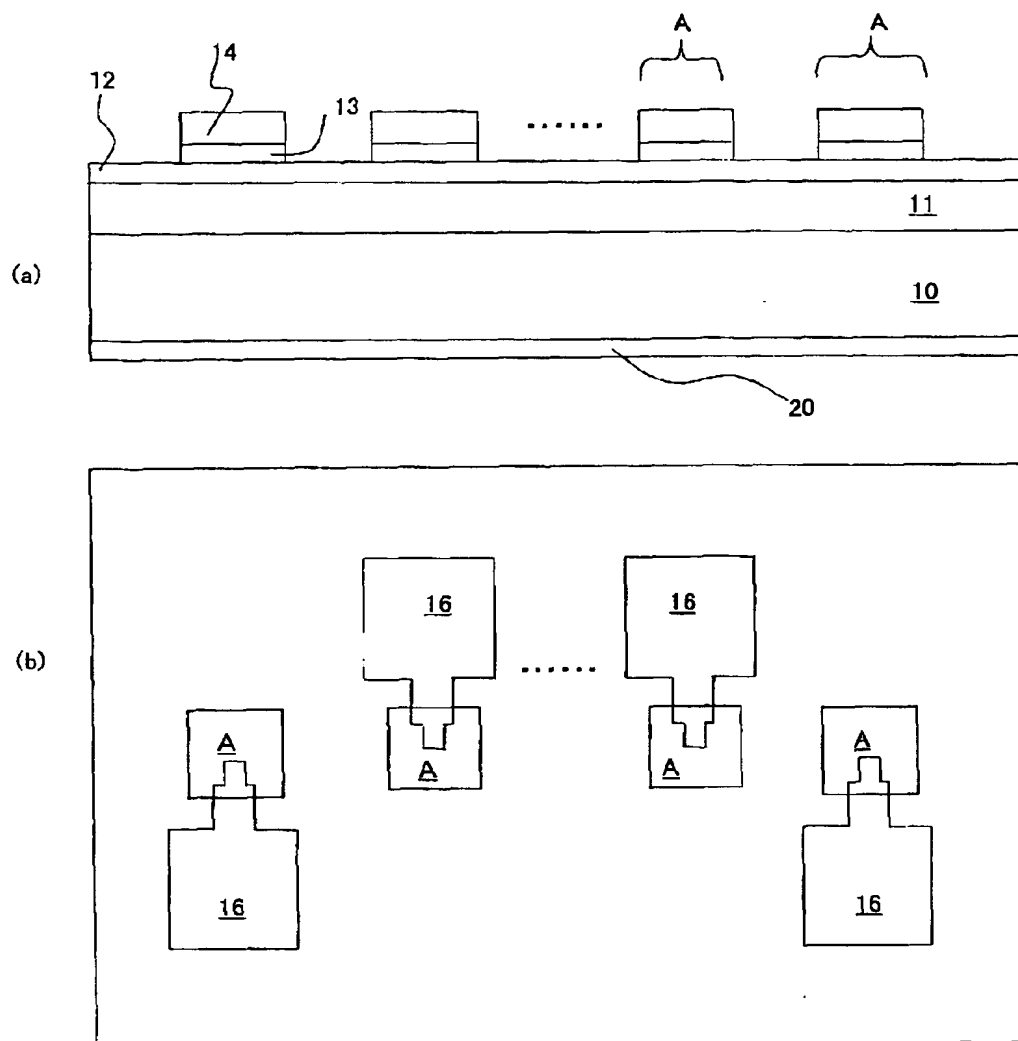
【書類名】

図面

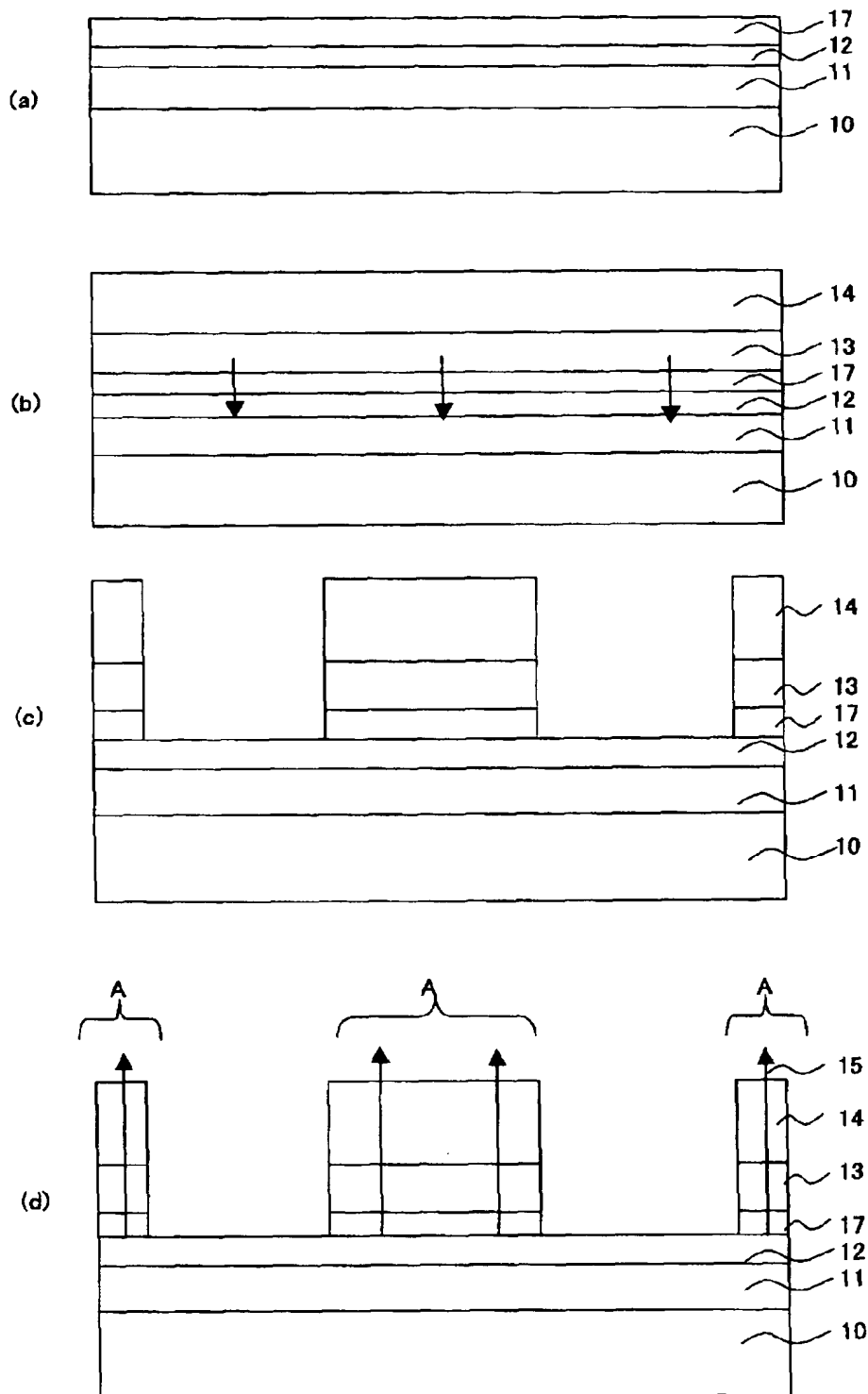
【図 1】



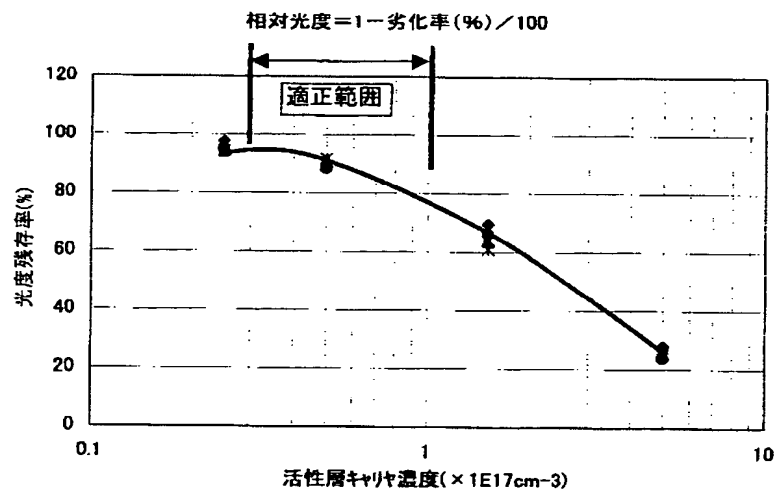
【図 2】



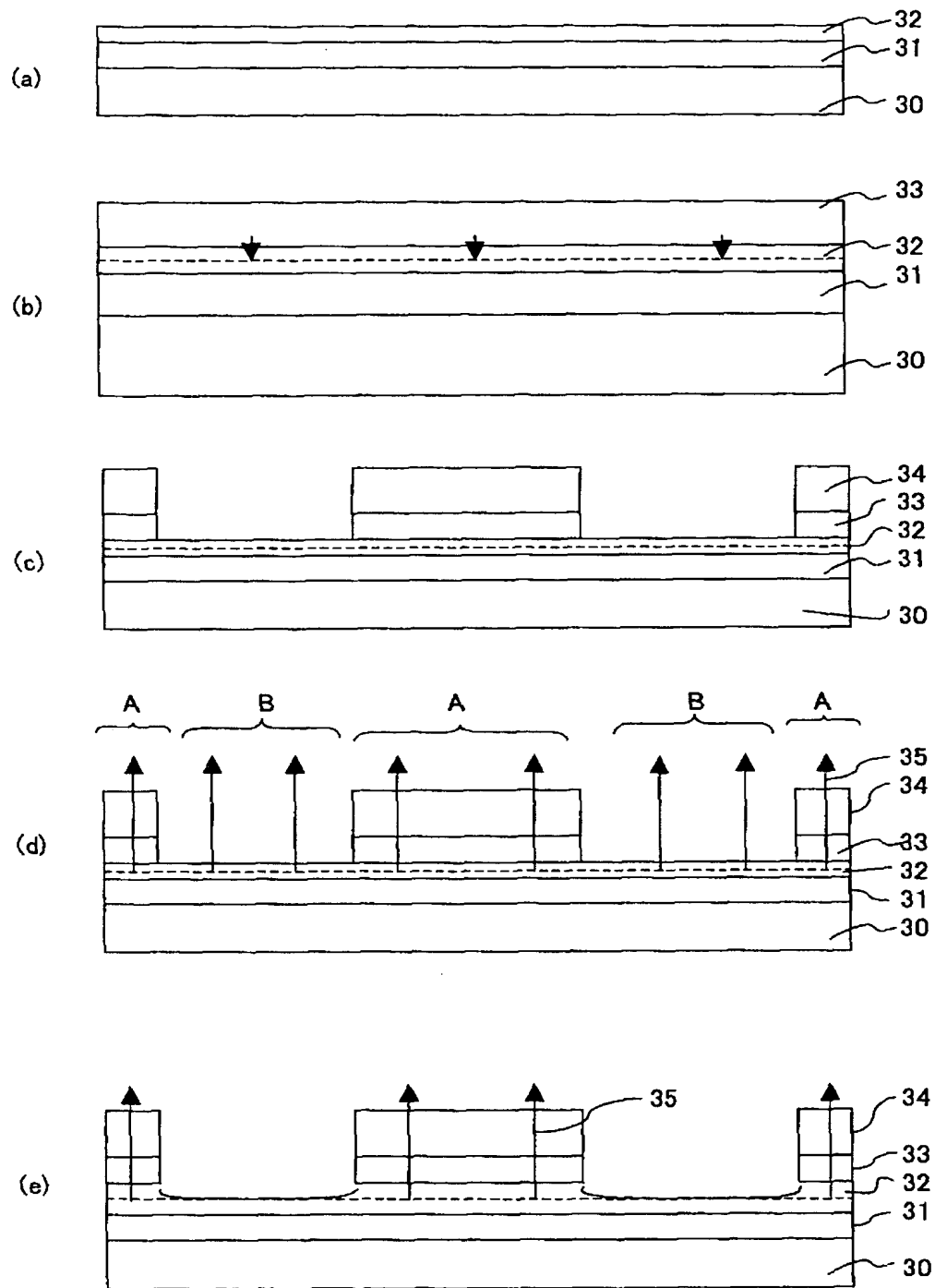
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 活性層が、その上層に起因して導電型がその上層と一致することなく、本来の導電型を維持して、活性層とその上層に形成される層との界面にのみ P N 接合を形成することにより、信頼性が高く、安価な半導体発光素子を得ることを目的とする。

【解決手段】 第 1 導電型半導体基板 1 0 上に、活性層 1 1、第 2 導電型クラッド層 1 2 および電流拡散層 1 3 がこの順に形成されてなるモノリシック構造の半導体発光素子であって、活性層 1 2 が第 1 導電型を示すことを特徴とする半導体発光素子。この構成により、第 2 導電型クラッド層 1 2 からの第 2 導電型不純物が拡散された場合においても、活性層 1 1 が第 2 導電型化せずに、第 1 導電型を維持することができるため、セグメント分離を確実に行って電流の広がりを抑制し、部外発光を起こさせず、所定の部分からのみ発光を起こさせることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 4 3 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社